

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :

2 799 261

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national :

99 12531

(51) Int Cl⁷ : F 17 D 3/01, G 01 F 1/68, G 01 N 25/18, F 17 D 5/00,
G 01 K 17/00

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 01.10.99.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : METRAVIB RDS Société anonyme —
FR.

(72) Inventeur(s) :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 06.04.01 Bulletin 01/14.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(73) Titulaire(s) :

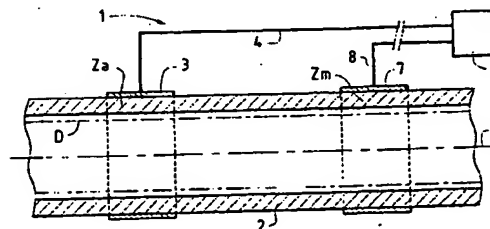
(74) Mandataire(s) : BEAU DE LOMENIE.

(54) PROCÉDE ET DISPOSITIF POUR LA DETECTION OU LA MESURE PAR FLUX THERMIQUE, D'UN DEPOT
SUSCEPTIBLE DE SE FORMER DANS UNE CANALISATION DE TRANSPORT D'UN FLUIDE.

(57) - L'invention concerne une installation pour la mise en
oeuvre d'un procédé pour détecter un dépôt (D) susceptible
de se former à l'intérieur d'une canalisation (2) de transport
d'un fluide.

- Selon l'invention, l'installation comporte :

- au moins une source de production (3) d'un gradient
thermique destinée à être montée sur une zone dite active
(Za) de la surface extérieure de la canalisation,
- au moins un capteur de mesure (7) du flux thermique
destiné à être monté sur une zone (Zm) de la surface exté-
rieure de la canalisation située, par rapport à la zone active,
à une distance donnée en considération de la longueur de
la canalisation,
- et des moyens de commande et de contrôle (5), reliés
à la source de production (3) et au capteur de mesure (7),
et adaptés pour détecter lorsque le flux thermique corres-
pondant au moins partiellement au gradient thermique ap-
pliqué et transmis par la canalisation, dépasse un seuil
déterminé significatif de la présence d'un dépôt à l'intérieur
de la canalisation.



FR 2 799 261 - A1



La présente invention a pour objet le domaine de la détection d'un dépôt ou d'une phase solide susceptible de se former dans une canalisation de transport d'un fluide au sens général.

Une application préférée de l'invention concerne la prévention des risques de bouchage dans les canalisations de transport d'un fluide et, en particulier, de fluides polyphasiques pétroliers.

Il est connu que de tels fluides polyphasiques pétroliers peuvent entraîner la formation d'une phase solide, telle que des hydrates, paraffines, asphaltènes ou autres dépôts minéraux. Cette phase solide peut se déposer en un ou plusieurs points de la canalisation et en réduire alors le débit jusqu'à perturber totalement le transport de l'hydrocarbure.

Or, le contexte économique actuel incite les sociétés opératrices à réduire sensiblement leurs investissements et leurs coûts d'exploitation, en particulier, par une meilleure maîtrise et la recherche de l'élimination des risques de dépôt de cette phase solide, aussi bien dans les installations de traitement que dans celles de transport des hydrocarbures.

Pour tenter de remédier au problème de dépôt de cette phase solide à l'intérieur d'une canalisation transportant des hydrocarbures, il est prévu d'avoir recours à des solutions préventives dont l'une consiste à ajouter plus ou moins systématiquement, des additifs inhibiteurs adaptés au transport de tels hydrocarbures. Une autre solution consiste à procéder régulièrement, à titre conservatoire, à des opérations de raclage à l'intérieur des canalisations. De telles solutions, qui sont souvent combinées, sont onéreuses et ne sont pas totalement satisfaisantes, notamment à cause de la difficulté de leur planification. Il subsiste ainsi, en cas de mauvaise planification des opérations de raclage et/ou de rajout d'agents inhibiteurs, des problèmes liés :

- à la perte de production par bouchage des canalisations,
- à la sécurité, avec les risques d'accidents liés à l'apparition d'un bouchon d'hydrates, au défaut de fonctionnement de vannes ou au redémarrage d'unités bloquées par la gélification de bruts paraffiniques,
- et à la perte de marchés commerciaux à cause du non respect de conditions contractuelles de vente pour cause d'arrêt de production.

De telles solutions préventives sont d'autant plus onéreuses qu'en l'absence de données réelles sur la quantité de dépôt s'étant formé à l'intérieur de la canalisation, il est procédé à des opérations de raclage à des intervalles très rapprochés et/ou à un ajout d'additifs inhibiteurs en plus grande quantité que nécessaire. Pour tenter de remédier à ces inconvénients, des études sont menées, en vue d'améliorer les connaissances sur les conditions de formation des phases solides (hydrates, paraffines et asphaltènes) au sein d'un écoulement polyphasique. Ces études visent le développement de modèles destinés à prédire les profils de dépôt le long d'une canalisation, ou encore, l'amélioration des additifs inhibiteurs adaptés au transport des bruts "difficiles".

Un autre type de solution actuellement peu développé, concerne une technique visant à mesurer la quantité du dépôt formé à l'intérieur d'une canalisation. Pour tenter d'accéder à la mesure réelle de la quantité d'un dépôt susceptible de s'être formé à l'intérieur de la canalisation, il a été ainsi envisagé d'installer ou d'amener à l'intérieur de la canalisation, un équipement de mesure et de contrôle interne. Toutefois, une telle solution est à même de perturber l'écoulement, de ne pas permettre une mesure en continu et de ne pas constituer une mesure fiable. Dans le même sens, il a été proposé de mesurer la quantité de dépôt à l'aide de capteurs ultrasonores. Toutefois, il apparaît que les impédances acoustiques d'un dépôt et des hydrocarbures transportés sont sensiblement identiques, de sorte qu'une telle technique est peu fiable.

Il apparaît donc le besoin de pouvoir disposer d'une technique permettant, en des points choisis de la canalisation, de détecter un dépôt ou de mesurer l'épaisseur d'un tel dépôt susceptible d'être présent à l'intérieur d'une canalisation de transport de fluides, qu'ils soient liquides et/ou gazeux, cette technique ne perturbant pas l'écoulement et n'étant pas intrusive tout en étant simple et efficace.

Pour atteindre un tel objectif, l'objet de l'invention concerne un procédé de détection d'un dépôt susceptible de se former à l'intérieur d'une canalisation de transport d'un fluide. Selon l'invention, le procédé consiste :

- à appliquer un gradient thermique en au moins une zone dite active de la surface extérieure de la canalisation,

- à mesurer le flux thermique d'au moins une zone de la surface extérieure de la canalisation située par rapport à la zone active, à une distance donnée en considération de la longueur de la canalisation,
- et à détecter lorsque le flux thermique correspondant au moins
5 partiellement au gradient thermique appliqué et transmis par la canalisation, dépasse un seuil déterminé significatif de la présence d'un dépôt à l'intérieur de la canalisation.

Selon une variante avantageuse de réalisation, l'objet de l'invention vise également à déterminer la valeur de l'épaisseur du dépôt en comparant le niveau du
10 flux thermique mesuré et le niveau du flux thermique relevé lors d'une phase d'étalonnage.

L'objet de l'invention vise également à proposer une installation pour la mise en oeuvre d'un procédé pour détecter un dépôt susceptible de se former à l'intérieur d'une canalisation de transport d'un fluide. Selon l'invention, la canalisation comporte :

- 15 - au moins une source de production d'un gradient thermique destinée à être montée sur une zone dite active de la surface extérieure de la canalisation,
- au moins un capteur de mesure du flux thermique destiné à être monté sur une zone de la surface extérieure de la canalisation située par rapport à la zone active, à une distance donnée en considération de la longueur de la
20 canalisation,
- et des moyens de commande et de contrôle, reliés à la source de production et au capteur de mesure, et adaptés pour détecter lorsque le flux thermique correspondant au moins partiellement au gradient thermique appliqué et transmis par la canalisation, dépasse un seuil déterminé significatif de la
25 présence d'un dépôt à l'intérieur de la canalisation.

Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation et de mise en oeuvre de l'objet de l'invention.

La fig. 1 est une vue schématique montrant un exemple de réalisation d'une
30 installation de détection conforme à l'invention.

La fig. 2 est une courbe illustrant le gradient thermique appliqué en fonction du temps.

La fig. 3 est une courbe illustrant, en fonction du temps, le signal du flux thermique mesuré, en présence et en l'absence d'un dépôt à l'intérieur de la canalisation.

Tel que cela ressort plus précisément de la fig. 1, l'installation 1 selon l'invention est adaptée pour détecter un dépôt au sens général susceptible de se former à l'intérieur d'une canalisation 2 de transport d'un fluide en particulier, pétrolier. D'une manière classique, le transport de fluides polyphasiques pétroliers entraîne le risque de formation à l'intérieur de la canalisation, d'un dépôt ou d'une phase solide représentée schématiquement par la référence D, telle que des hydrates, des paraffines, des asphaltènes ou des dépôts minéraux.

Conformément à l'invention, l'installation 1 comporte au moins une source 3 de production d'un gradient thermique G. Une telle source de production 3 est destinée à être montée sur une zone dite active Z_a , de la surface extérieure de la canalisation 2. Il doit être considéré que cette source 3 apporte une quantité déterminée de chaleur (positive ou négative) sur une zone choisie de la canalisation 3, par tous moyens appropriés. A titre d'exemple, la quantité de chaleur apportée à la canalisation 3 peut être produite par effet Joule, effet Pelletier ou effet Seebeck. Selon un exemple de réalisation, cette source de production d'un gradient thermique 3 peut être constituée sous la forme d'un bandeau souple intégrant les moyens techniques pour l'application du gradient thermique. Un tel bandeau peut être soit rapporté sur la canalisation 2 en dessous du revêtement d'isolation thermique ou coating enveloppant généralement les canalisations de transport de produits pétroliers, soit être directement intégré sur la canalisation au cours de son processus de fabrication.

La source de production 3 est reliée par une liaison 4 à des moyens de contrôle et de traitement 5, adaptés pour contrôler la quantité de chaleur appliquée et le temps de son application. Selon un exemple de réalisation illustré plus particulièrement à la fig. 2, le gradient de température G est appliqué selon un cycle déterminé régulier ou non, comportant des périodes d'application du gradient thermique entrecoupées de périodes d'application d'un gradient thermique de signe opposé ou nulle.

Par ailleurs, il doit être considéré que le gradient thermique G est appliqué sur une zone active Z_a plus ou moins large de la canalisation 2 en considération de la longueur de cette canalisation. Dans le même sens, cette zone active Z_a peut constituer toute la circonférence de la canalisation 3. Bien entendu, il pourrait être envisagé, notamment, pour

des canalisations de grand diamètre, d'appliquer le gradient thermique sur plusieurs secteurs angulaires déterminés d'une circonférence de la canalisation.

L'installation 1 selon l'invention comporte également au moins un capteur 7 de mesure du flux thermique F , destiné à être monté sur une zone Z_m de la surface extérieure de la canalisation 2, située à une distance donnée de la zone active Z_a en considération de la longueur de la canalisation 2. Cette zone de mesure Z_m du flux thermique se trouve donc située à une distance déterminée de la zone active Z_a en considération de l'axe longitudinal A d'une telle canalisation 2. En d'autres termes, la source de production 3 et le capteur de mesure 7 sont situés selon deux sections droites transversales différentes de la canalisation 2. Il est à noter que le capteur de mesure 7 peut être monté en amont ou en aval de la source de production 3, en considération du sens de circulation du fluide à l'intérieur de la canalisation 2.

Le capteur de mesure 7 du flux thermique est monté pour accéder à l'échange thermique (i.e. en Watt/cm^2), entre la canalisation 2 et le fluide circulant à l'intérieur de la canalisation. Il est à noter que ce capteur de mesure 7 est adapté pour être thermiquement transparent, dans la mesure où les problèmes de dépôt sont intimement liés à la valeur de la température mesurée à la périphérie de la canalisation 2. En d'autres termes, ce capteur de mesure 7 est conçu pour ne pas modifier localement le profil thermique à l'extérieur de la canalisation 2. Par ailleurs, compte tenu du fait que les canalisations 2 de transport de brut pétrolier sont généralement isolées thermiquement par l'intermédiaire d'un revêtement ou coating, un tel capteur de mesure 7 est installé sous un tel revêtement, afin de ne pas modifier l'environnement thermique de cette canalisation.

Selon un exemple de réalisation, un tel capteur de mesure 7 du flux thermique est constitué par un bandeau souple, tel qu'une bande en Néoprène sur laquelle sont fixés un ou plusieurs fluxmètres montés pour être répartis sur la circonférence de la canalisation. Dans le cas du montage d'un fluxmètre pour un secteur donné de la canalisation, il peut être envisagé d'accéder à l'échange thermique entre le fluide transporté et ladite zone de la canalisation. Un tel bandeau peut être soit rapporté sur la canalisation 2 en dessous du revêtement d'isolation thermique, soit être directement intégré sur la canalisation au cours de son processus de fabrication. Un tel capteur de mesure 7 peut intégrer également une sonde de température de la surface extérieure de la canalisation 2.

Le capteur de mesure 7 est relié aux moyens de contrôle et de traitement 5 par l'intermédiaire d'une liaison 8 de tout type. Les moyens de contrôle et de traitement 5 sont adaptés pour, en fonction du gradient thermique appliqué et de la mesure du flux thermique, déterminer la présence d'un dépôt **D** à l'intérieur de la canalisation 2, selon le procédé décrit ci-après.

La mise en oeuvre de l'installation 1 décrite ci-dessus est effectuée de la manière suivante.

Les moyens de contrôle et de traitement 5 permettent d'appliquer par l'intermédiaire de la source 3, un gradient thermique **G** sur la zone active **Za** de la canalisation 2. Le gradient thermique **G** appliqué est contrôlé aussi bien en puissance que temporellement, de manière à être identifiable par rapport aux éventuelles variations thermiques dues à l'environnement extérieur de la canalisation ou au fluide transporté. Le gradient thermique appliqué tient compte, notamment, de la distance séparant la source de production 3 et le capteur de mesure 7. Par exemple, le gradient thermique est appliqué de manière cyclique. Un exemple d'une forme du gradient thermique **G** appliqué est donné par la fig. 2.

Au moins après l'application du gradient thermique **G**, les moyens de contrôle et de traitement 5 assurent par l'intermédiaire du capteur 7, la mesure du flux thermique d'une zone **Zm** de la surface extérieure située à distance de la zone active **Za**. En l'absence d'un dépôt **D** à l'intérieur de la canalisation 2, le gradient thermique injecté est presque intégralement transmis au fluide en déplacement dans la conduite 2. Compte tenu de la distance entre le capteur de mesure 7 et la source de production 3 du gradient thermique, le flux thermique détecté au niveau de la zone de mesure **Zm**, n'est pratiquement plus mesurable. Un exemple d'un signal de flux thermique **F₁** pour une canalisation 2 ne comportant pas de dépôt est représenté à la fig. 3.

En présence d'un dépôt **D** à l'intérieur de la canalisation 2, ce dépôt provoque une isolation thermique entre la canalisation 2 et le fluide transporté. Le gradient thermique injecté au niveau de la zone active **Za** n'est pas transmis dans le fluide mais se transmet principalement dans la structure même de la canalisation 2. Le flux thermique est ainsi transmis jusqu'à la zone de mesure **Zm** du capteur de mesure 7. Un exemple du signal **F₂** du flux thermique mesuré lors de la présence d'un dépôt **D** à l'intérieur de la canalisation

est donné à la fig. 3. Ce gradient thermique mesuré correspond, au moins partiellement, à celui appliqué et transmis par la canalisation 2.

La valeur du flux thermique mesuré est comparée à une valeur de seuil déterminée significative de la présence d'un dépôt D à l'intérieur de la canalisation 2. Si la
5 valeur mesurée du flux thermique atteint ou dépasse cette valeur de seuil, les moyens de contrôle et de traitement 5 indiquent la présence d'un tel dépôt par tous moyens appropriés, comme par exemple sous la forme d'un graphique, d'un signal sonore et/ou lumineux, d'un message, etc.

Le procédé selon l'invention vise ainsi à appliquer un gradient thermique sur au
10 moins une zone de la surface extérieure de la canalisation et à mesurer au moins après l'application de ce gradient thermique, le flux thermique à une distance donnée de la zone d'application, de manière à déterminer si la chaleur est diffusée dans le fluide (absence de dépôt), ou transmise par la canalisation (présence de dépôt qui agit comme un isolant thermique). Il existe ainsi, lors de la présence d'un dépôt D, une corrélation entre
15 l'application d'un gradient thermique et l'apparition d'un flux thermique à une distance donnée du point d'application. Il est à noter que la mise en oeuvre d'une série de fluxmètres affectés chacun à un secteur de la circonférence de la canalisation, permet d'obtenir des mesures qui tiennent compte des différents régimes d'écoulement susceptibles d'intervenir pour un fluide comportant une phase liquide et une phase gazeuse. De plus, l'utilisation de
20 plusieurs fluxmètres répartis permet de détecter la présence d'un dépôt pour chaque zone de mesure affectée à un fluxmètre.

Selon une caractéristique avantageuse de réalisation, l'objet de l'invention permet également de déterminer la valeur de l'épaisseur d'un tel dépôt D en comparant le niveau du flux thermique mesuré et le niveau du flux thermique relevé lors d'une phase
25 d'étalonnage. Selon un exemple de réalisation, il peut être envisagé de détecter les valeurs crêtes du flux thermique mesuré, de manière que la valeur crête à crête du signal soit comparée à la valeur de seuil significative de la présence d'un dépôt à l'intérieur de la canalisation.

L'objet de l'invention permet de détecter la présence d'une phase solide ou un
30 dépôt à l'intérieur d'une canalisation, ainsi que de mesurer l'épaisseur d'un tel dépôt. Une telle détection de mesure peut être effectuée facilement par le montage, de façon intégrée ou rapportée, du capteur de mesure 7 et de la source de production sur une canalisation de

divers types flexibles ou rigides. Un tel montage peut intéresser des canalisations de transport de fluide, notamment sous-marines, placées à de grandes profondeurs. Bien entendu, les moyens de contrôle et de traitement 5 peuvent être facilement déportés par rapport à la canalisation 2 à l'aide des liaisons 4, 8. Par ailleurs, une telle installation peut
5 être combinée à une autre technique de mesure de la quantité d'un dépôt, par exemple vibratoire, telle qu'explicitée dans la demande de brevet **FR 2 754 898**.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés, car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

REVENDECATIONS :

1 - Procédé de détection d'un dépôt (**D**) susceptible de se former à l'intérieur d'une canalisation (**2**) de transport d'un fluide, caractérisé en ce qu'il consiste :

- 5 - à appliquer un gradient thermique (**G**) en au moins une zone dite active (**Za**) de la surface extérieure de la canalisation,
- à mesurer le flux thermique (**F**) d'au moins une zone (**Zm**) de la surface extérieure de la canalisation située par rapport à la zone active, à une distance donnée en considération de la longueur de la canalisation,
- 10 - et à détecter lorsque le flux thermique correspondant au moins partiellement au gradient thermique appliqué et transmis par la canalisation, dépasse un seuil déterminé significatif de la présence d'un dépôt à l'intérieur de la canalisation.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer un gradient thermique (**G**) selon un cycle déterminé.

- 15 **3** - Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer un gradient thermique (**G**) en une zone active (**Za**) constituant une circonférence de la canalisation.

4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il consiste à appliquer un gradient thermique (**G**) par l'intermédiaire d'une source de production thermique (**3**) rapportée ou intégrée sur la canalisation.

20 **5** - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer le flux thermique (**F**) en un ou plusieurs secteurs d'une circonférence de la canalisation.

6 - Procédé selon la revendication 1 ou 5, caractérisé en ce qu'il consiste à mesurer le flux thermique (**F**) à l'aide d'un capteur de flux thermique (**7**) rapporté ou intégré sur la canalisation.

7 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à déterminer la valeur de l'épaisseur du dépôt (**D**) en comparant le niveau du flux thermique mesuré et le niveau du flux thermique relevé lors d'une phase d'étalonnage.

8 - Installation pour la mise en oeuvre d'un procédé conforme à la revendication 1, pour détecter un dépôt (D) susceptible de se former à l'intérieur d'une canalisation (2) de transport d'un fluide, caractérisée en ce qu'elle comporte :

- 5 - au moins une source de production (3) d'un gradient thermique (G) destinée à être montée sur une zone dite active (Za) de la surface extérieure de la canalisation,
- 10 - au moins un capteur de mesure (7) du flux thermique (F) destiné à être monté sur une zone (Zm) de la surface extérieure de la canalisation située, par rapport à la zone active, à une distance donnée en considération de la longueur de la canalisation,
- 15 - et des moyens de commande et de contrôle (5), reliés à la source de production (3) et au capteur de mesure (7), et adaptés pour détecter lorsque le flux thermique correspondant au moins partiellement au gradient thermique appliqué et transmis par la canalisation, dépasse un seuil déterminé significatif de la présence d'un dépôt à l'intérieur de la canalisation.

9 - Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens de contrôle (5) comportent des moyens de détermination de l'épaisseur du dépôt, en comparant le niveau du flux thermique mesuré et le niveau du flux thermique relevé
20 lors d'une phase d'étalonnage.

10 - Installation selon la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce que les moyens de commande et de contrôle (5) comportent des moyens de détection des valeurs crêtes du signal de flux thermique mesuré, de manière que la valeur crête à crête du signal soit comparée à la valeur de seuil significatif de la présence d'un dépôt
25 à l'intérieur de la canalisation.

11 - Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que la source de production (3) d'un gradient thermique est constituée sous la forme d'un bandeau souple rapporté ou intégré à la canalisation.

12 - Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que le capteur de
30 mesure du flux thermique (7) est formé par un bandeau souple équipé d'un ou de plusieurs fluxmètres, rapporté ou intégré sur la canalisation.

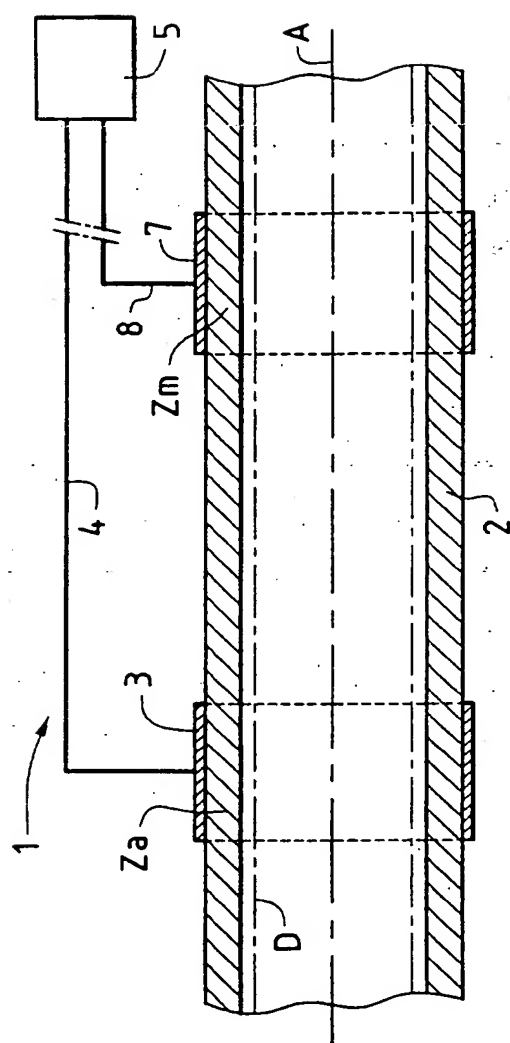


FIG.1

FIG. 2

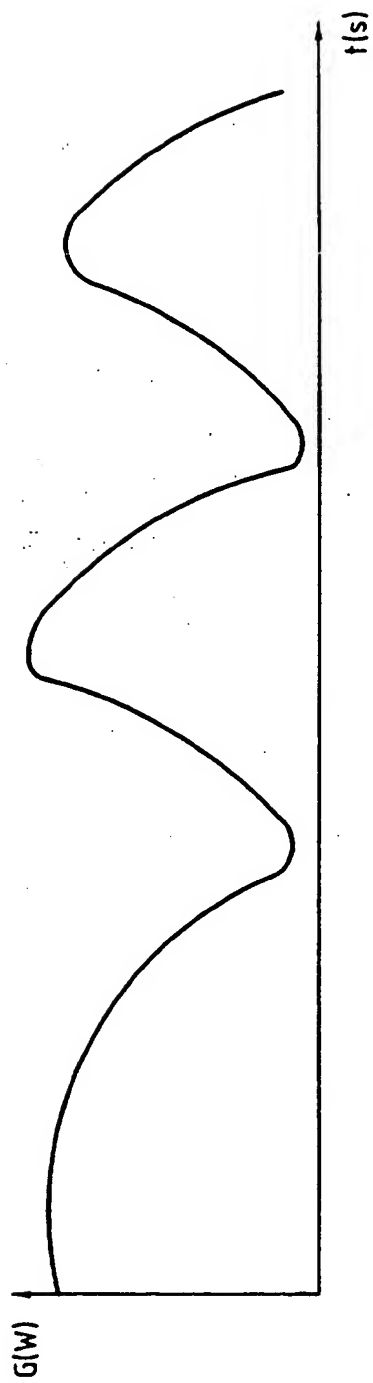
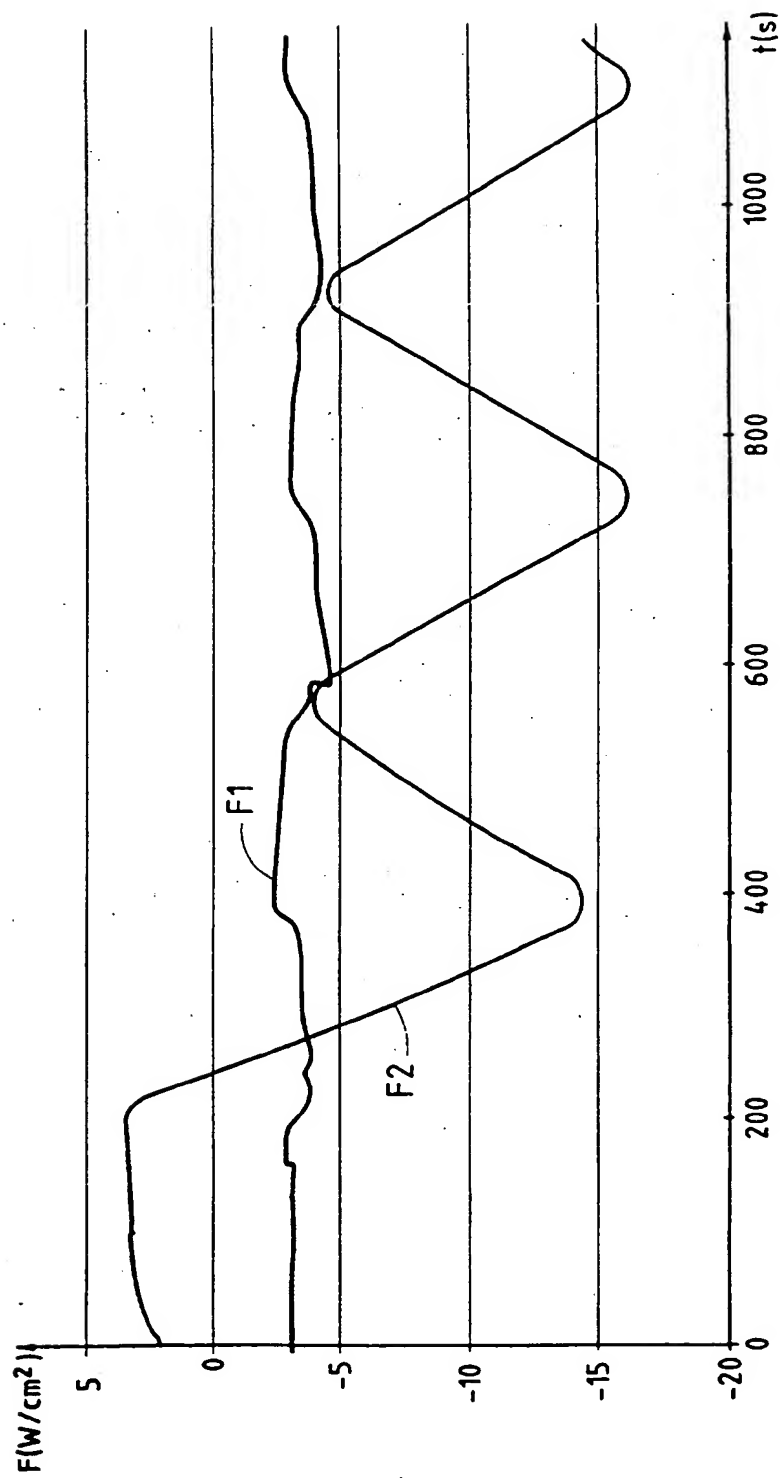


FIG. 3





RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2799261

N° d'enregistrement
national

FA 577539

FR 9912531

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A, D	FR 2 754 898 A (COMEX TECHNOLOGIES) 24 avril 1998 (1998-04-24) * page 9, ligne 30 - page 10, ligne 24; figures 2, 3 *	1, 8	F17D3/01 G01F1/68 G01N25/18 F17D5/00 G01K17/00
A	US 5 836 693 A (HOLDERBAUM GLENDA S ET AL) 17 novembre 1998 (1998-11-17) * abrégé; figure 1 *	1, 8	
A	DE 43 35 332 A (BITOP GMBH) 20 avril 1995 (1995-04-20) * colonne 5, ligne 8 - ligne 31; figure 1 * * colonne 6, ligne 35 - ligne 48 * * colonne 6, ligne 65 - colonne 7, ligne 7 *	1-6, 8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int. CL.7)
			F17D G01F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 juin 2000		Christensen, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	